

## **Relatório sobre “O Problema do Fluxo de Petróleo na Refinaria.”**

### **Introdução**

O problema de otimização do fluxo de petróleo em uma refinaria envolve a determinação da melhor maneira de processar dois tipos de óleo cru (I e II) através de vários centros de processamento para maximizar o lucro total. O modelo utiliza Programação Linear (PL) para encontrar a solução ótima, considerando as capacidades de produção, custos operacionais, preços de venda, e várias restrições operacionais.

### **Descrição do Problema**

A refinaria processa dois tipos de óleo, I e II, passando por quatro centros de processamento. O objetivo é otimizar a produção para maximizar o lucro. Os fluxos normais e alternativos de processamento são considerados para ambos os tipos de óleo.

Variáveis de Decisão

As variáveis de decisão representam a quantidade de óleo processada em cada centro:

xi: Número de litros de óleo tipo I processados diariamente.

xij: Número de litros de óleo tipo I ou II processados no centro j.

### **Esquema de Produção**

A produção é distribuída entre quatro centros. Cada centro tem uma capacidade máxima de produção por hora e um percentual de recuperação do óleo bruto. Os centros operam em horários diferentes: os Centros 1 e 4 operam 16 horas por dia, enquanto os Centros 2 e 3 operam 12 horas por dia.

## Tabelas de Dados

Tabela 2.8: Custos e Capacidades de Produção

<i>Produto</i>	<i>Centro</i>	<i>Capacidade l/h</i>	<i>% de Recuperação</i>	<i>Custo \$/h</i>
<i>I</i>	1	300	90	150
	2	450	95	200
	4	250	85	180
	2	400	80	220
	3	350	75	250
<i>II</i>	1	500	90	300
	3	480	85	250
	4	400	80	240

Tabela 2.9: Custos/Preços dos Produtos

<i>Produto</i>	<i>Custo da Matéria-prima (\$/l)</i>	<i>Preço de Venda (\$/l)</i>	<i>Venda Diária Máxima (l)</i>
<i>I</i>	5	20	1.700
<i>II</i>	6	18	1.500

## Restrições

### Capacidade de Processamento dos Centros:

Cada centro tem uma capacidade máxima de processamento por hora.

Centros 1 e 4 operam 16 horas por dia:  $x_1 \leq 16 \times \text{Capacidade}_1$

Centros 2 e 3 operam 12 horas por dia:  $x_2 \leq 12 \times \text{Capacidade}_2$

### Recuperação e Perda de Óleo:

Percentual de recuperação varia por centro.

Perdas são acumuladas em cada etapa de processamento.

### Limites de Transporte e Venda:

Capacidade de transporte limitada a 2500 l/dia.

Limite diário de venda para óleo tipo I é 1700 l, e para tipo II é 1500 l.

### Não Negatividade:

As variáveis de decisão não podem ser negativas:  $x_i \geq 0$

## Função Objetivo

O objetivo é maximizar o lucro, que é a receita menos os custos de matéria-prima e operacionais.

### Código referente a Receita:

$$20 * a_N * x_N[1] + 20 * a_A * x_A[1] + 18 * b * x[2]$$

### Código referente a Despesa:

$$(5 * x[1] + 5 * x_A[1] + 6 * x[2])$$

## Exemplo de Modelagem

Para modelar este problema em um solver como o GLPK, utilizamos um arquivo de modelo (refinaria.mod) e um arquivo de dados (refinaria.dat), e foi utilizado o GLPK nativo para Linux, utilizando assim o Fedora 39 como sistema principal.

Abaixo temos os parâmetros utilizados para a execução do código:

```
# Parâmetros
param Capacidade{1..4}; # Capacidades dos 4 centros de processamento
param Custo_sh{1..4, 1..2}; # Custos de processamento por hora para cada centro e tipo de óleo
param Recuperacao{1..4, 1..2}; # Taxa de recuperação para cada centro e tipo de óleo
param Custo_materia_prima{1..2}; # Custo da matéria-prima para cada tipo de óleo
param Preco_venda{1..2}; # Preço de venda de cada tipo de óleo
param Venda_diaria_maxima{1..2}; # Quantidade máxima que pode ser vendida diariamente de cada tipo de óleo
param Horas_operacao{1..4}; # Horas de operação diárias para cada centro
param Capacidade_transporte; # Capacidade máxima de transporte diária
```

Abaixo temos as variáveis de decisão e coeficiente de rendimentos utilizados para a execução do código:

```
# Variáveis de decisão
var x{1..2} >= 0; # Litros de óleo processados diariamente (x[1] para óleo tipo I, x[2] para óleo tipo II)
var x_N{1..2} >= 0; # Litros de óleo tipo I processados no fluxo normal
var x_A{1..2} >= 0; # Litros de óleo tipo I processados no fluxo alternativo

# Coeficientes de rendimento
param a_N := 0.9 * 0.95 * 0.85 * 0.8; # Rendimento acumulado para o óleo tipo I no fluxo normal
param a_A := 0.9 * 0.95 * 0.85 * 0.75; # Rendimento acumulado para o óleo tipo I no fluxo alternativo
param b := 0.9 * 0.85 * 0.80; # Rendimento acumulado para o óleo tipo II
```

Abaixo temos a Função Objetivo de maximizar o Lucro de venda utilizados para a execução do código:

```
# Função objetivo: Maximizar o lucro
maximize Lucro:
  20 * a_N * x_N[1] + 20 * a_A * x_A[1] + 18 * b * x[2] # Receita
  - (5 * x[1] + 5 * x_A[1] + 6 * x[2]) # Despesa com matéria-prima
  - (150 * x_N[1] / Capacidade[1] + 150 * x_A[1] / Capacidade[1] + 300 * x_N[2] / Capacidade[1]) # Custos operacionais do Centro 1
  - (200 * 0.9 * x_N[1] / Capacidade[2] + 200 * 0.9 * x_A[1] / Capacidade[2] + 220 * 0.9 * 0.95 * x_N[1] / Capacidade[2]) # Custos operacionais do Centro 2
  - (250 * 0.9 * x[2] / Capacidade[3] + 250 * 0.9 * 0.95 * x_N[1] / Capacidade[3] + 250 * 0.9 * 0.95 * 0.85 * x_A[1] / Capacidade[3]) # Custos operacionais do Centro 3
  - (180 * 0.9 * 0.95 * x_N[1] / Capacidade[4] + 180 * 0.9 * 0.95 * x_A[1] / Capacidade[4] + 240 * 0.9 * 0.85 * x[2] / Capacidade[4]); # Custos operacionais do Centro 4

# Restrições de capacidade de processamento
s.t. Capacidade1:
  x_N[1] / Capacidade[1] + x_A[1] / Capacidade[1] + x_N[2] / Capacidade[1] <= Horas_operacao[1]; # Restrição para o Centro 1
s.t. Capacidade2:
  (0.9 * x_N[1] / Capacidade[2] + 0.9 * x_A[1] / Capacidade[2] + 0.9 * 0.95 * x_N[1] / Capacidade[2]) <= Horas_operacao[2]; # Restrição para o Centro 2
s.t. Capacidade3:
  (0.9 * x[2] / Capacidade[3] + 0.9 * 0.95 * x_N[1] / Capacidade[3] + 0.9 * 0.95 * 0.85 * x_A[1] / Capacidade[3]) <= Horas_operacao[3]; # Restrição para o Centro 3
s.t. Capacidade4:
  (0.9 * 0.95 * x_N[1] / Capacidade[4] + 0.9 * 0.95 * x_A[1] / Capacidade[4] + 0.9 * 0.85 * x[2] / Capacidade[4]) <= Horas_operacao[4]; # Restrição para o Centro 4

# Restrição de transporte
s.t. Transporte:
  (0.9 * 0.95 * 0.85 * 0.8 * x_N[1] + 0.9 * 0.95 * 0.85 * 0.75 * x_A[1] + 0.9 * 0.85 * 0.80 * x[2]) <= Capacidade_transporte; # Capacidade máxima de transporte diária

# Restrições de venda
s.t. Venda1:
  (0.9 * 0.95 * 0.85 * 0.8 * x_N[1] + 0.9 * 0.95 * 0.85 * 0.75 * x_A[1]) <= Venda_diaria_maxima[1]; # Quantidade máxima de venda diária do óleo tipo I
s.t. Venda2:
  (0.9 * 0.85 * 0.80 * x[2]) <= Venda_diaria_maxima[2]; # Quantidade máxima de venda diária do óleo tipo II

# Restrições de não negatividade
s.t. NaoNegatividade1:
  x[1] >= 0; # Garantia de que a variável x[1] não seja negativa
s.t. NaoNegatividade2:
  x_N[1] >= 0; # Garantia de que a variável x_N[1] não seja negativa
s.t. NaoNegatividade3:
  x_A[1] >= 0; # Garantia de que a variável x_A[1] não seja negativa
```

Abaixo temos o resultado gerado pelo código:

Problem:	refinaria
Rows:	11
Columns:	5
Non-zeros:	25
Status:	OPTIMAL
Objective:	Lucro = 28782.8655 (MAXimum)

No.	Row name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	Lucro	B	28782.9			
2	Capacidade1	B	9.74659		16	
3	Capacidade2	B	11.4035		12	
4	Capacidade3	NU	12		12	1037.08
5	Capacidade4	B	6.09375		16	
6	Transporte	B	2040		2500	
7	Venda1	NU	1700		1700	9.61051
8	Venda2	B	340		1500	
9	NaoNegatividade1	B	0	-0		
10	NaoNegatividade2	B	2923.98	-0		
11	NaoNegatividade3	B	0	-0		

No.	Column name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	x[2]	B	555.556	0		
2	x[1]	NL	0	0		-5
3	x_N[1]	B	2923.98	0		
4	x_N[2]	NL	0	0		-1
5	x_A[1]	NL	0	0		-4.29925

## **Conclusão**

Este relatório detalha o problema de otimização do fluxo de petróleo na refinaria, apresentando as variáveis de decisão, restrições e função objetivo. Com a modelagem adequada em GLPK, é possível determinar a solução ótima que maximiza o lucro, considerando todas as restrições operacionais e econômicas.